

(607) クリープ疲れ寿命と粒界破面率の関係

金属材料技術研究所

山口弘二、鈴木直之

1. 緒言

前回種々な耐熱鋼のクリープ疲れ試験から、クリープ疲れ寿命とクリープ破断延性値の関係を明らかにした。今回は、クリープ疲れ破面等から粒界破面率を求め、クリープ疲れ寿命やクリープ破断延性値との関係について検討した。

2. 実験方法

供試材は Cr-Mn 系低合金鋼、18-8 系ステンレス鋼、NCF800 超合金鋼など計 7 鋼種、試験温度は低合金鋼が 500, 600°C、その他は 600, 700°C とある。

疲れ試験は歪速度が $3 \sim 6 \times 10^{-5}$ の三角波、クリープ疲れ試験は引張保持 1h の台形波を用いて歪制御を行った。

クリープ破断及びクリープ疲れ破壊の粒界破面率は、10 視野以上の走査電顕写真から明瞭な粒界フェットが認められる面積率の平均値から求めた。

3. 実験結果と考察

クリープ疲れ寿命は、三角波形の疲れ寿命に比べて著しく短くなるが、その低下度は鋼種や試験温度により異なる。しかし、1h 保持台形波のクリープ疲れ寿命 N_{1h} 及び基準三角波の疲れ寿命 N_0 は、各々の材料のクリープ破断延性値 D_c 、引張破断延性値 D_p に依存し、図 1 のように D_c 、 D_p に依存した Manson-Coffin 関係式で表わされた。

基準三角波の疲れ破面は、鋼種や温度によらず粒内破壊で、ストライエーションが明瞭に認められる。クリープやクリープ疲れ破面には、粒界破壊が現われ、図 2、3 の粒界破面率と各々の材料のクリープ破断延性値の関係を示す。クリープやクリープ疲れ破面の粒界破面率は、ともにクリープ破断延性値が低い程大きくなる。また 1h 保持のクリープ疲れ粒界破面率は、クリープ破断 ($t_r = 10^2 \sim 10^3$ h) のそれよりもやや大きな値となることがある。

基準三角波の疲れ寿命 N_0 に対する 1h 保持のクリープ疲れ寿命 N_{1h} の比 N_{1h}/N_0 とクリープ疲れ破面の粒界破面率の関係は図 3 のようにある。

以上のことから、クリープ疲れ寿命がクリープ破断延性値に依存するのは、クリープ疲れ寿命の低下が粒界破面率の大きさを支配され、この粒界破面率がクリープ破断延性値と密接に関連するためであると考えられる。

本研究の一部は科学技術庁の 58 年度

科学技術振興調整費による「構造材料の信頼性評価技術の普及に関する研究」の一環として行った。

1) 鉄と鋼, 16 (1983), S1454

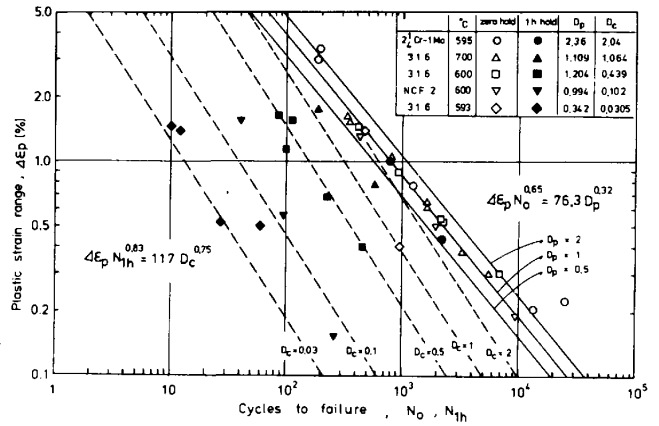


Fig.1 Manson-Coffin relationships depending on D_p and D_c

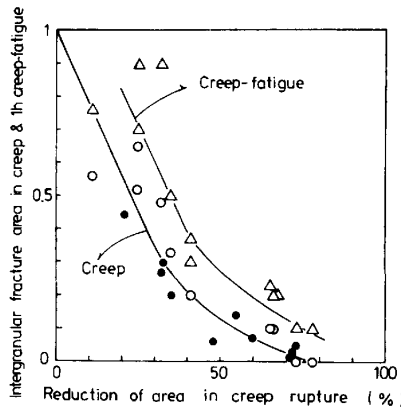


Fig.2 Intergranular fracture area in creep and creep-fatigue vs. reduction of area in creep

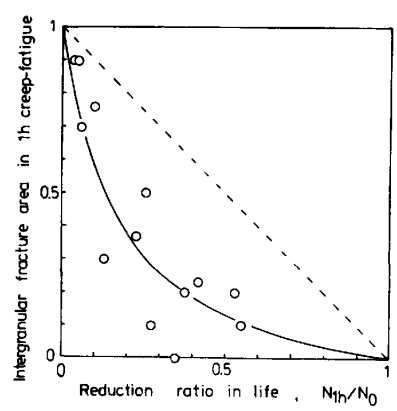


Fig.3 Intergranular fracture area in creep-fatigue vs. reduction ratio in life